Über den Krystallbau des Apophyllits.

Von **J. Rumpf,**
Professor an der k. k. technischen Hochschule Graz.

(Mit 2 Holzschnitten.)

Die Geschichte der Minerale führt uns wenige Körper vor, welche schon so lange, wie der Apophyllit, das Interesse der Physiker und der Mineralogen fesseln. Seit Herschel bis zur jüngsten Gegenwart finden wir in mässigen Intervallen Berichte über Studien, welche sich theils auf das merkwürdige optische Verhalten, theils auf die Formenausbildung des Apophyllites beziehen.

Die ungewöhnlich grosse Theilnahme für dieses in der Natur zwar nicht seltene, aber niemals in grossen Massen auftretende Mineral wird begreiflich, wenn man bedenkt, dass es oftmals in wasserklaren Krystallen erscheint, welche vermöge dieser günstigen Beschaffenheit, im Vereine mit einer guten Spaltbarkeit, sogleich verwendbare Platten für optische Beobachtungen, zumal in polarisirtem Lichte liefern.

Daran constatirten bereits Herschel, Brewster, Biot u. A. die Anomalien der Interferenzerscheinungen dieser anisotropen, aber noch allgemein als optisch einaxig erklärten Substanz.

Endlich sprach E. Mallard[1] die von vielen Mineralogen wohl schon seit längerer Zeit erkannte Ansicht aus, dass die vorwiegende Masse der Apophyllit-Krystalle aus optischzweiaxigen Theilen bestehe, welche gewöhnlich diagonal gestellt seien. Auch durch einige Winkelmessungen will Herr Mallard bereits den Einklang mit dem optischen Verhalten erwiesen haben,

[1] E. Mallard: Explication des phénomènes optiques Anomaux. Paris 1877, pag. 67—78.

zumal ihm die erhaltenen Abweichungen der Kantenwerthe in der Pyramidenspitze zur Aufstellung von Differentialgleichungen führten, aus deren sich aufhebenden possitiven und negativen Ergebnissen schon erwiesen sei, dass der Apophyllit Grenzformen mit nur beiläufig quadratischem Netze ausbilde, und dass das Netz sonach klinorhombisch wäre, wobei durch das Eintreten isomorpher Elemente Deformationen erfolgen, die sich aus der diagonalen Orientirung der Grundnetze folgern lassen sollen.

Als ich in diesem Frühjahre Kenntniss von der gedachten Publication Mallard's erlangte, waren meine Untersuchungen des Apophyllites bereits in der Hauptsache beendet, und es freute mich, hier einerseits aus der etwas fremdartigen Darstellung doch Anklänge, respective eine indirecte Bestätigung für einige meiner Studienresultate gefunden zu haben, darf jedoch anderseits nicht verschweigen, dass der ausgezeichnete Forscher es unterlassen hat, die Bauweise der Apophyllite vollständiger zu erklären.

Zum Zwecke meiner Studien stand mir ein ziemlich reichhaltiges Materiale aus verschiedenen Localitäten stammend, von Museen und Privatsammlungen, zur Verfügung, sowie auch der Fund von Krystallen im Basalttuffe von San Pietro bei Montecchio-Maggiore, welcher auf der 1873 gemeinschaftlich mit meinem Lehrer und Freunde, Herrn G. Tschermak unternommenen Reise durch Oberitalien gemacht wurde und der zu dieser Arbeit Veranlassung gab.

Zahlreiche ausgeführte Messungen liessen im Zusammenhalt mit den einschlägigen, durch die Literatur gebotenen Daten ganz deutlich erkennen, dass die Mehrzahl der Apophyllit-Fundorte keine Krystalle liefern, welche die Regel ihres Baues deutlich genug markiren und dass selbst die herrlichsten Formentypen, wie vom Andreasberg, aus Poonah und von der Seisseralpe etc. sehr complicirte Gruppenverwachsungen sind.

Ich war nun bemüht, die Frage zu beantworten, ob die Bauweise des Apophyllites nicht doch auf bestimmte krystallographische Grundgesetze bezogen werden könne, und ich glaube, dass es mir gelungen sei, eine für diese Frage in morphologischer, sowie auch in optischer Hinsicht entsprechende Lösung zu finden, welche kurz lautet:

„Die Krystalle des Apophyllites sind das Resultat sich unzähligemale wiederholender Zwillingsbildungen. Sie werden aufgebaut aus einem Complex von monoklinen Formen (Fig. 1), welche bloss jene Flächen herauskehren, die in einem negativen Oktanten (Naumanns) liegen, und dessen drei erzeugende Ebenen zwei Flächen eines Prismas und die Endfläche,

$$I = \infty P = (110) = m; \quad II = \infty P = (1\bar{1}0) = m;$$

$$III = 0P = (001) = P$$

zugleich die Zwillingsebenen sind.“

Am besten geeignet für die Beleuchtung dieses Satzes sind die grossen blassrothen Krystalle vom Andreasberg, deren Polecke meist nur mehr aus einem Vierling besteht. Zur Erklärung der Bildung dieser Vierlingsspitze lassen sich beistehende Fig. 1 und 2 verwenden.

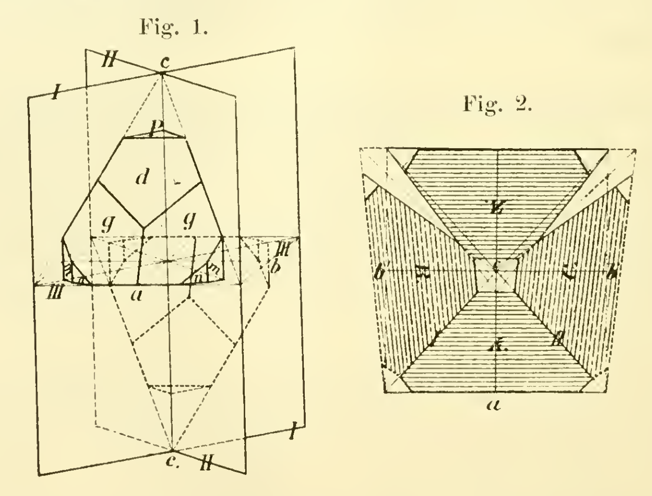


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1 stellt den Zusammenhang der hauptsächlich in Betracht kommenden Flächen dar:

$P = 0P = (001)$ III

$d = -\bar{P}\infty = (101)$

$g = {}^{9}/_{5}\,\bar{P}\,72 = (72\ 1\ 40)$

$m = \infty P = (110)$ . . . . . I und II

$n = \infty P2 = (210)$,

ist schon untergeordnet entwickelt, und so noch mehrere Hemidomen und Hemipyramiden.

Für das Parameterverhältniss lassen sich auf Grund der Mittel aus zahlreichen goniometrischen, sowie auch stauroskopischen Messungen und der als herrschend erkannten Symmetrieregeln folgende Zahlenwerthe angeben:

$$a : b : c \doteq 1 : 1 : 1{\cdot}7615, \text{ oder}$$

$$= (1 + \varepsilon) : 1 : (1{\cdot}7615 + \delta),$$

worin ε und δ sehr kleine echte Brüche darstellen.

Alle Messungen und Calcüle führten zu der Erkenntniss, dass der Neigungswinkel zwischen Haupt (c) — und Klinoaxe (a), über welchem die Formenausbildungen stattfinden, nothwendig grösser als 90° sein müsse, allein der Unterschied ist so gering, dass die Differenz innerhalb der kleinsten Messungsfehler zu liegen kommt, wesshalb sich nur schreiben lässt:

$$\sphericalangle\, \eta - d\eta = 90°.$$

Ebenso verlangt der nothwendige Zusammenhang im Zwillingsbaue, dass die Axe $a > b$ ist.

Der für die Ermittlung der Hauptaxenlänge erforderliche Neigungswinkel $P : d$ wurde gefunden als Normalenwinkel $= 60° 25'$.

Die Neigung $m : m$ ist dem Näherungswerthe $a \doteq b$ entsprechend $= 90°$ in Rechnung genommen worden.

Für y ergaben sich die Indices auf trigonometrischem Wege aus den gemessenen Kantenwerthen, und auch die weiters auf solche Werthe basirte Bezeichnung der übrigen Formen, liess für einzelne Krystalle mit deutlicher entwickelten, daher einstellbaren Flächenpartien noch gute Übereinstimmungen zwischen den Berechnungs- und Messungsresultaten erkennen, trotzdem die Berechnungen nur auf das Näherungs-Axenverhältniss basirt werden konnten.

In Fig. 2 soll durch eine Projection auf die Basisfläche zur schematischen Darstellung gelangen, wie zufolge des Zwillings-Doppelgesetzes aus dem hemiedrischen Formencomplexe *A.*, welcher über dem negativen Winkel η liegt durch seine Wendungen um pl. *I* und pl. *II* die in die oberen Oktanten fallenden Stellungen *B.* und *C.*, endlich durch Wendung um pl. *III* die

Stellung Z., also vier Individuen zur Verwachsung gelangen, die bei der nach Fig. 1 gedachten Formenentwicklung mit vorwaltender d-Fläche nun thatsächlich eine vierseitige Ecke zu bauen beginnen, welche bei Übergehung der weiteren, wenngleich oft nur minutiös zum Ausdrucke gelangenden, und bisher für Deformationen gehaltenen Bauerscheinungen, ganz leicht für tetragonal gehalten werden konnte.

Es ergeben sich, nach an besten Krystallen durchgeführten Messungen zwischen den vier aus den Flächen $d_{A.}$, $d_{B.}$, $d_{C.}$, $p_{Z.}$, gebildeten, und monosymmetrisch angeordneten Zwillings-Polkanten nur Differenzen von 5—6 Minuten, so dass in dieser Weise die, noch durch das Verhalten $a > b$ begründete Verschiedenheit besteht:

Normalenwinkel: $d_{A.} : d_{B.} = d_{A.} : d_{C.} = \sphericalangle x = 75° 43'$ im Mittel.

„ $d_{Z.} : d_{B.} = d_{Z.} : d_{C.} = \sphericalangle y = 75° 48{\cdot}5$ „ „

Bei weiterer Verfolgung dieses Weges zur Erklärung der Zwillingsbildung wurde mir auch begreiflich, wesshalb selbst die kleinste Endflächenfacette Trapezform andeutet, das heisst die Kante $P : d_{B.}$ nicht parallel mit der von $P : d_{C.}$ ist, sondern dass beide nach $d_{A.}$ hin convergiren, und es war ferners die Erscheinung schon begründet, wesshalb sogar derartige kleine Endflächen mehrere, wenngleich sich völlig noch deckende Spiegelbilder liefern.

Beim tieferen Abspalten der Polecke ergeben sich die charakteristich perlmutterglänzenden Endflächen mit einem wahren Gewirre von Spiegelbildern, und ähnlich verhalten sich die Krystalle, welche überhaupt grösser entwickelte Basalflächen besitzen.

Schon dieser Umstand beweist, dass die Verwachsung noch weiter fortschreitet, und wenn man diesbezüglich die grosse, seither in gewohnter Weise als Pyramidenfläche angesehene Dreiecksfläche in der beiläufigen Orientirung von d etwas aufmerksamer beobachtet, so gewahrt man überraschend schöne, regelmässige Widerholungen von horizontalen und schiefen, stumpfen Kanten und schmalen Flächen. Darin erweist sich die Hemidomenfläche

$$u = - {}^{24}/_{25}\, P\infty = (24\ 0\ 25)$$

als ein neu eintretendes Element.

Das genügt wohl schon, um an eine Verfolgung der Gesetzmässigkeiten im Weiterbaue zu denken. Die hierauf basirte Regel, durch welche zumal die Ausheilung der sich den Zwillingspolkanten anschliessenden minimalen Klüfte, die Entstehung der vielfachen Cannelirungen am Complex der Prismenflächen *m* und noch mehrere andere hieher gehörige Erscheinungen ungezwungen sollte erklärt werden können, wurde einfach in der Annahme der Fortsetzung der erkannten Zwillingsgesetze in fast beliebig hohen Reihen gefunden.

Es spricht dafür auch die so geringe, aber factisch und nothwendig bestehende Abweichung des Systemes von der Rechtwinkligkeit der Coordinaten, eine Thatsache, die selbst in der hochgradigen Zwillingsverwachsung noch nicht wesentlich alterirt erscheint.

Dabei werden sodann statt *A*., successive *B*., *C*., *Z*. die neuen Ausgangspunkte zu Vierlingsbildungen, u. s. w.

Die optischen Erscheinungen am Apophyllit stimmen mit demjenigen, was über die Grundform und Zwillingsbildung gesagt wurde, überein, indem Platten, welche parallel der Spaltfläche aus einfacher gebildeten Krystallen genommen sind, zweiaxig erscheinen und die Axenebene der Symmetrieebene parallel erkennen lassen. Der Axenwinkel variirt bekanntlich stark. Er wurde im äussersten Falle $= 40°$ gefunden. Im Übrigen kann ich wohl auf die umfangreiche Darstellung Mallard's verweisen.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass man den Aufbau der Apophyllitkrystalle durch eine fortgesetzte Zwillingsbildung erklären kann und nicht genöthigt ist, mit Mallard eine andere Hypothese in Anspruch zu nehmen.

Über die Einzelnheiten meiner Arbeit werde ich seiner Zeit noch ausführlicher berichten.